

בית הספר למדעי המחשב ע"ש רחל וסלים בנין האוניברסיטה העברית בירושלים

פתרון מבחן בקורס תקשורת דיגיטלית בעידן המודרני 67594

תאריך הבחינה : 18.2.07

מועד : א'

המרצה : דני ביקסון

משך הבחינה : שעתיים

חומר עזר מותר בשימוש : אין

הוראות : בחלק א', עליך לבחור שתי שאלות מתוך 3. משקל כל שאלה 33 נקודות. סה"כ 66 נקודות.

בחלק ב' עליך לענות על כל השאלות האמריקאיות, משקל החלק 33 נקודות.

חלק א' (2 שאלות לבחירה מתוך 3 – משקלו 66 נקודות)

הערה : בכל מקרה שמופיעה **פרס התשובה המקורית**, כמובן שהתשובה לא נכונה כלל, אלא מובאת כאן לצורך האנקדוטה ולמען השעשוע.

1. א. (10 נקודות) הסבר מהי הבעיה בביצועי פרוטוקול TCP כאשר שני שרתים מהירים מחוברים בקו בעל רוחב פס גבוה, בהנחה כי אין עומס בקו אך יש איבוד הודעות באחוז מסוים.
תשובה : כמו שנלמד בכיתה. בקצרה, הבעיה היא שמנגנון ה-congestion control מתייחס לאיבוד הודעות כאל עומס ולכן מפחית את קצב השידור בשיטת AIMD.
פרס התשובה המקורית : א. מנגנון ה-flow control ב-TCP מבצע exponential backoff ולכן מפחית את קצב השידור.
ב. TCP צריך לשלוח הרבה ACK על כל חבילה, ולכן מופית קצב השידור.
ג. TCP הינו פרוטוקול איטי בכל מקרה ולכן הוא מעכב אותנו.
ד. TCP הינו פרוטוקול מסוג STOP AND WAIT ולכן צריך לחכות המון זמן עבור ACK של כל חבילה.
- ב. (10 נקודות) הצע דרך לפתור בעיה זו ע"י שימוש בפרוטוקול UDP (רמז : תרגיל 2 חלק שני). על הפיתרון שתציע להיות יותר יעיל מביצועי TCP. פרט מהו הפרוטוקול המוצע, והסבר מדוע הינו יותר יעיל מ-TCP מבחינת זמן העברת המידע.
תשובה : ראה מאמר על RELIABLE BLAST UDP.
פרס התשובה המקורית : נציע מנגנון בו נעלה את גודל חלון השידור פי שתיים בכל פעם עד ל-THRESHOLD מסוים ממנו נעלה לינארית את קצב השידור כל עוד אין עומס. זה ישפר את TCP שהינו שולח חבילה אחת בכל פעם.
- ג. (3 נקודות) נניח שברצונך לפתוח שני ערוצי תקשורת בין שני מחשבים, אחד ב-TCP והשני ב-UDP. האם ניתן ששניהם ישתמשו באותו Port number ? אם כן, הסבר כיצד לבצע זאת. אם לא, הסבר מדוע.
- תשובה :** לא ניתן לפתוח SOCKET שיעבור גם ב-TCP וגם ב-UDP על אותו ה-PORT. מכיוון שמספר ה-PORT מזהה למערכת ההפעלה לאיזה תהליך להעביר את המידע. כאשר אנו יוצרים SOCKET עלינו לתת כפרמטר האם אנו רוצים להשתמש בפרוטוקול TCP או UDP.
פרס התשובה המקורית : ניתן אבל לא כדאי כדי לא להעמיס על PORT מסוים.
- ד. (7 נקודות) הסבר מהו SIGPIPE. תן דוגמא למצב בו מערכת ההפעלה תזרוק SIGPIPE. מדוע כאשר אנחנו ממשים שרת ב-C עלינו לטפל בסיגנל הנ"ל?
תשובה : SIGPIPE הינו סיגנל שנזרק ע"י מערכת ההפעלה UNIX כאשר מנסים לכתוב ב-TCP אל SOCKET שנסגר מצידו השני (ברוב המקרים ע"י התנתקות הצד השני). אם לא נטפל בו, התוכנית שלנו פשוט תעוף. הדבר חמור ביותר כאשר מדובר בשרת, משום שלקוח סורר אחד עלול לגרום לנפילת השרת ונטישת כל הלקוחות. הדרך לטפל בו נלמדה בכיתה, בהקשר לתרגיל מספר

2. בקצרה, ניתן להתעלם ממנו ע"י SIGIGNORE, או לחלופין לספק SIGNAL HANDLER שיטפל בו במקרה השגיאה.
- פרס התשובה המקורית:** זהו Exception שצריך לטפל בו ב-Java האומר שלא ניתן לפתוח שתי צינורות על אותו SOCKET.
- ה. (3 נקודות) מדוע מערכת ההפעלה משתמשת בשתי system calls שונים עבור BIND ו-LISTEN ולא ב-system call יחיד המבצע את אותה הפונקציונליות?
- תשובה:** BIND הינה בקשה ממערכת ההפעלה להקצות PORT עבור SOCKET שמתבצעת בד"כ בשרת. LISTEN הינה בקשה ממערכת ההפעלה להקצות תור עבור בקשות תקשורת ב-TCP (SYN שמגיעים לשרת). בעקרו BIND ניתן לשימוש גם ע"י הלקוח, במקרים בהם חשוב לאפליקציה מה יהיה מספר ה-POR של הלקוח. אולם הלקוח לא יבצע LISTEN. ולכן ההפרדה.
2. א. (5 נקודות) איזו בעיה בא לפתור פרוטוקול CSMA/CA ובאיזה רמה במודל השכבות? (אין צורך לפרט את הפרוטוקול).
- תשובה:** הרוב ענו נכון.
- פרס התשובה המקורית:** פרוטוקול למניעת עומס ברמת הרשת.
- ב. (12 נקודות) פרט כיצד פועל פרוטוקול CSMA/CA.
- תשובה:** הרוב ענו נכון.
- ג. (5 נקודות) האם לדעתך פרוטוקול CSMA/CA הינו פרוטוקול מסוג STOP AND WAIT ? נמק.
- תשובה:** כן, משום שאנו מחכים ל-ACK אחרי שידור כל הודעה, ומבצעים RETRANSMISSION במקרה שה-ACK לא הגיע.
- ד. (6 נקודות) הסבר מהי הבעיה הנובעת משימוש בחבילות גדולות בסביבת WIRELESS.
- תשובה:** אחוז איבוד ההודעות ברשת WIRELESS הינו משמעותי. ההפרעה נמדדת בסיכוי לרעש בשידור כל ביט. ולכן, כאשר ההודעה ארוכה, הסיכוי לאבד ביט כלשהוא בה גדל אקספוננציאלית.
- סיבה משנית: הסיכוי להתנגשות בחבילות גדולות גדול יותר.
- ה. (5 נקודות). האם ניתן להשתמש בפרוטוקול SLOTTED ALOHA בסביבת WIRELESS ? תשובה: לא, מכיוון שפרוטוקול זה מחייב חישה של הרשת כדי לאתר התנגשויות (ע"מ לבצע שידור חוזר במקרה של התנגשויות).
- פרס התשובה המקורית:** לא, כי קשה לסנכרן שעונים בסביבת WIRELESS. זוהי תשובה לא נכונה כי כפי שלמדנו ב-CDMA השעונים מסוכנרנים וכנ"ל ב-WIRELESS BROADBAND.
3. למדנו בכיתה שפרוטוקול BLUETOOTH משתמש בקוד תיקון השגיאות הבא: כל השדות ב-HEADER נשלחים שלוש פעמים בזה אחר זה.
- א. (7 נקודות) כמה טעויות ניתן לגלות בשיטה זאת וכמה טעויות ניתן לתקן?
- תשובה:** הרוב ענו נכון.
- פרס התשובה המקורית:** לגלות שלוש טעויות ולתקן שתי טעויות.
- ב. (7 נקודות) בפרוטוקול HAMMING הגיעה המחרוזת הבאה: (משמאל לימין) 01111. האם היתה טעות, ואם כן היכן?
- תשובה:** לא היתה טעות.
- ג. (7 נקודות) כיצד יתכן כי בדוגמא בסעיף ב' ישנם יותר check bits מ-data bits? האם זה לא הופך את הפרוטוקול ללא יעיל באופן כללי?
- תשובה:** מכיוון שזהו מקרה קצה בו N קטן מאוד. במקרה הכללי מדובר בהוספת $O(\log N)$ ביטים לשידור.
- ד. (7 נקודות) איזה פרוטוקול יותר יעיל מבחינת היחס בין מספר הביטים בפלט לבין מספר הביטים בקלט – ויטרבי או CRC? הסבר.
- תשובה:** CRC משום שבו אנו מוסיפים REDUNDANT BITS בודדים (למשל 32) ואילו בויטרבי אנו מכפילים את מספר הביטים ב-2.
- פרס התשובה המקורית:** ויטרבי מסדר את הביטים במטריצה ומוסיף לה שורה עליונה ומהצד ולכן סה"כ $\log(N)$ ביטים.
- ה. (5 נקודות). ברצוננו לשלוח את הקלט 101 בפרוטוקול ויטרבי. חשב כמה ביטים יהיו בפלט. (אין צורך לחשב את הפלט המלא רק את אורכו).

תשובה : 6.

פרס התשובה המקורית : מכיוון שה- RATE הינו $\frac{1}{2}$ אזי ישלחו 1.5 ביטים.

המשך בדף הבא..

חלק ב' – יש לענות על כל השאלות האמריקאיות. משקלו 33 נקודות. לכל שאלה תשובה אחת נכונה בלבד.

1. ברצונך לממש פרוטוקול תקשורת חדש ברמת ה- Datalink שמיועד להחליף את רשת ה- ETHERNET. הפרוטוקול החדש מיועד לרשת תומכת broadcast. ברצונך לבחון את הפרוטוקול על מספר תחנות. נניח שלפרוטוקול HEADER חדש שאינו תואם לפרוטוקול ETHERNET. עוד נניח כי נשתמש בכבלים רגילים של רשת ETHERNET. מבין התקני החומרה הבאים, באילו מהם ניתן להשתמש לתמיכה בפרוטוקול החדש (מבלי לשנות את החומרה) :

- א. HUB
- ב. SWITCH
- ג. ROUTER
- ד. WIRELESS BASESTATION
- ה. אף תשובה לא נכונה
- ו. א ו-ב' נכונים

תשובה : א'. משום שנעשה ברמה הפיזית ולכן כל סיגנל יקודם לכל הפורטים בלי קשר למבנה ההודעה. ב' לא נכון כי SWITCH חייב להכיר פרוטוקול התקשורת ע"מ לנתב את ההודעות. ולכן ו' לא נכון.

- 2. אילו מבין הטענות הבאות נכונות :
 - א. אלגוריתם DIJKSTRA מסוגל לעבוד גם כאשר ישנם מעגלים שליליים בגרף.
 - ב. אלגוריתם BELLMAN FORD עלול לסבול מאוסילציות כאשר משקל הצלעות נקבע לפי העומס על הצלע בסיבוב הקודם.
 - ג. כאשר ישנה רשת של שלושה קודקודים המחוברים בגרף מלא אלגוריתם BELLMAN FORD מתכנס לכל היותר בשני סיבובים מכל מצב התחלתי כלשהוא.
 - ד. אף אחת מהתשובות לא נכונה.

תשובה : ד'. ג' לא נכון מכיוון ש- count to infinity יכול לקרות כאן. א' לא נכון כי אין משמעות לניתוב בגרף בו יש מעגלים שליליים. ב' לא נכון כי למדנו על אוסילציות בהקשר של DIJKSTRA ולא של BF.

- 3. ברשת GNUTELLA אילו מן ההודעות הבאות עלולות להגיע לקודקוד, כאשר עותקים של אותה ההודעה מגיעה משני כיוונים שונים?
 - א. PONG
 - ב. QUERY HIT
 - ג. PING
 - ד. אף אחד מהנ"ל
 - ב. ARP REPLY

תשובה : ג. א' ו- ב' לא נכונים כי הם מוחזרים בנתיב בו עברה ההודעה המקורית ולכן לא יכול להיות שיגיעו ב- FLOODING משני כיוונים שונים. ג' נכון כי במקרה של מעגל בהחלט יתכן כי נקבל אותו PING משני כיוונים שונים.

- 4. אלו מבין הטענות הבאות נכונות :

א. ARP הינו מיפוי בין רמת ה NETWORK לרמת ה DATALINK בעוד ש DNS הינו מיפוי בין רמת ה- TRANSPORT לרמת ה NETWORK.
ב. ICMP הינו פרוטוקול העברת הודעות ARP בין COLLISION DOMAINS נפרדים.
ג. SWITCH לא יעביר הודעות ICMP שהכתובת שלהן אינה כתובת BROADCAST.
ד. ההבדל בין כתובת IP לכתובת MAC הינו שכתובת MAC הינה קבועה לחומרה ע"י יצרן החומרה ואילו כתובת IP הינה כתובת לוגית שעלולה להשתנות.

תשובה: ד'. א' לא נכון כי DNS הינו מיפוי בין רמת האפליקציה ל NETWORK.

5. אילו מבין הטענות הבאות נכונות:
א. בפרוטוקול CDMA לא ניתן להבדיל בין תחנה ששדרה אפס לבין תחנה שלא שדרה כלל.
ב. בפרוטוקול ETHERNET לא ניתן להבדיל בין תחנה ששדרה אפס לבין תחנה שלא שדרה כלל.
ג. בפרוטוקול ETHERNET השידור אפס מתבצע ע"י שידור מתח של אפס וולט בקו (כלומר לא משדרים דבר).
ד. בפרוטוקול CDMA שתי תחנות המשדרות בו"ז עלולות לגרום ל- COLLISION.
ה. אף תשובה לא נכונה.

תשובה: ג' – דיברנו על כך בכיתה. נקבלה כנכונה עם תשובה ה' מכיוון שכשאר אנו מפעילים MANCHESTER ENCODING ישנו PHASE SHIFT ואז לא משדרים אפס עבור אפס.
המשך בדף הבא..

6. אילו מבין הטענות האות נכונות:
א. בפרוטוקול TELNET כל אות המוקשת במקלדת משודרת בחבילת TCP נפרדת לשרת.
ב. בפרוטוקול DNS כל כתובת IP נפרדת בתשובה משודרת ב- DNS REPLY נפרד (במקרה שישנם מספר כתובות IP לאותו HOST).
ג. בפרוטוקול FTP כל אות מהקובץ המשודר נשלחת בחבילת TCP נפרדת.
ד. אף אחד מהנ"ל.
תשובה: א'. דיברנו על כך בכיתה ברמת האפליקציה כאשר דיברנו על TELNET. הזכרנו זאת גם ברמת ה- TRANSPORT כאשר דיברנו על TCP_NODELAY וכן הראינו זאת בשיעור על ה- CAPTURES כאשר הראינו חבילות של TELNET הנשלחות על הקו.

7. אילו מבין החוקים הבאים ישמשו ראשונים לניתוב חבילה ע"י הנתב?
א. במידה ויש STATIC ROUTE (כלומר ניתוב המתאים ב PREFIX של 32 ביט כתובת היעד) נשתמש בו ראשון.
ב. במידה ויש DEFAULT ROUTE נשתמש בו ראשון.
ג. במידה ויש DEFAULT GATEWAY נשתמש בו ראשון.
ד. במידה ויש ניתוב לרשת שבה ה- NETWORK MASK תואם ליעד נשתמש בו ראשון.
ה. הניתוב מתבצע לפי מספר הצינור שממנו הגיעה החבילה.
תשובה: א' מכיוון שאנו משתמשים ב- LONGEST PREFIX MATCHING ברור ש- PREFIX של 32 ביט הוא הארוך ביותר ולכן יבחר תמיד.

8. פרוטוקול TRACEROUTE משתמש ב:
א. קידום השדה TTL ב- IP HEADER ב- 1.
ב. ב- TCP.
ג. מעקב אחרי מספרי הצינור שבהם עוברת חבילה. (ע"י שימוש ב- RECORD ROUTE ב- IP OPTIONS).
ד. ביט DE המסמן האם ניתן לזרוק חבילה במקרה של עומס.
ה. זה אינו פרוטוקול סטנדרטי משום שמעמיס על הנתבים ולכן עדיף להשתמש בו כמה שפחות.

ו. חלוקה לשניים של גודל חלון המקבל במקרה של עומס.
תשובה: א'. ב' לא נכון כי TRATEROUTE הינו פרוטוקול ברמת הרשת ולכן לא יכול להשתמש ברמת ה-TRANSPORT. ג' לא נכון – אין כאן מספרי צינור!

9. בפרוטוקול RED (RANDOM EARLY DETECTION) נזרקות חבילות בהסתברות מסוימת מסוף התור בנתב. אילו מבין הטענות הבאות נכונות:
א. הפרוטוקול מיועד להפחתת קצב השידור בתחנות הקצה ע"י יצירת אינדיקציה של LOSS לפני שקורה העומס.
ב. הפרוטוקול מיועד להפחתת העומס בתורים הנכנסים של הנתב ע"י זריקה אקראית (ולכן הוגנת) של חבילות.
ג. הפרוטוקול מיועד ליצירת מספר CLASSES של QOS ע"י צביעת חבילות מסוימות ע"י שימוש בשדה TOS (TYPE OF SERVICE) בחבילות IP.
ד. הפרוטוקול מיועד עבור TRAFFIC SHAPING של EXCEEDING FLOWS.
תשובה: א'. ב' התקבלה גם כנכונה למרות שלא מדובר דווקא בתורים הנכנסים של הנתב אלא גם בתורים היוצאים.

10. אילו מבין הטענות הבאות נכונות:
א. פרוטוקול CSMA/CD עדיף על פרוטוקול ALOHA מכיוון שב- ALOHA אנו דורשים שהתחנות יהיו מסונכרנות בינהן, דבר המחייב שעונים.
ב. פרוטוקול CSMA/CA אינו משתמש בחישת הרשת.
ג. פרוטוקול CDMA מחייב שעונים מסונכרנים ע"מ למנוע התנגשויות בשיטת BITMAP.
ד. אף אחד מהנ"ל.
תשובה: ב'. ד' התקבלה גם כנכונה. משום שבחישת הרשת התכונתי לזיהוי התנגשויות.

11. בפרוטוקול ETHERNET אנו משתמשים ב- PREAMBLE עבור:
א. BYTE STUFFING במקרה ששדה ה- FLAG מוכל בתוך ה- DATA.
ב. רק עבור שידור BROADCAST.
ג. סינכרון שעונים עבור פרוטוקול SLOTTED CSMA.
ד. סינכרון גבולות שידור ביט.
ה. רק בשיטת MANCHESTER ENCODING לתיקון שגיאות.
תשובה: ד. שימו לב ש MANCHESTER ENCODING אינו קוד לתיקון שגיאות!

בהצלחה!!